

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-283119

(43)Date of publication of application : 27.10.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20

(21)Application number : 06-075624

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.04.1994

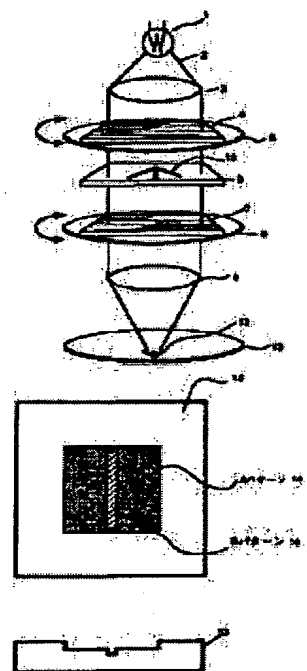
(72)Inventor : NAKAYAMA YOSHINORI
KAWAMURA YOSHIO

(54) ALIGNER AND EXPOSURE METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a plurality of kinds of patterns by one mask on the same wafer with good position accuracy by controlling polarization of light directed from a light source by rotation of a polarization filter or magnetic rotary effect (Faraday effect) and by constituting a projection mask of a rotary polarization material.

CONSTITUTION: A region (A pattern) 14 wherein polarization angle rotates by 0 degree to incident light and a region (B pattern) 15 which rotates left by 5 degrees are included in a mask. It is set at the same angle as a polarization filter provided to an upper part by a polarization filter rotary mechanism 8. Then, transmitted light is light of the A pattern alone and the A pattern 14 is projected. Thereafter, an angle of a polarization filter 7 is rotated left by 5 degrees by the rotary mechanism 8. Then, the B pattern 15 alone transmits light and the B pattern 15 is projected on a wafer.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-283119

(43)公開日 平成7年(1995)10月27日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32		F		
G 0 3 F 7/20	5 2 1			
			H 0 1 L 21/ 30	5 1 5 D
				5 2 7
			審査請求 未請求	請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-75624

(22)出願日 平成6年(1994)4月14日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 中山 義則

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 河村 喜雄

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 露光装置および露光方法

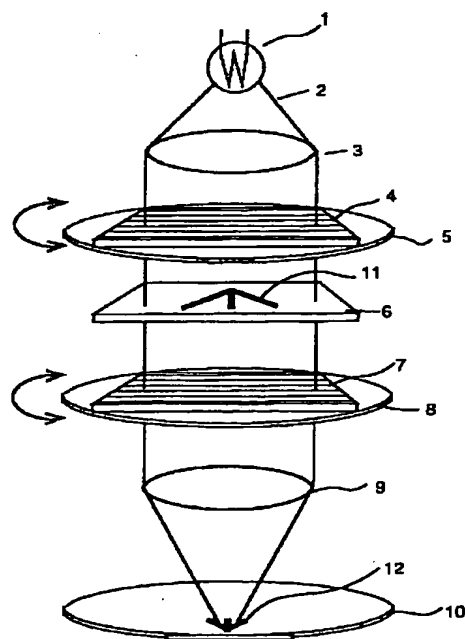
(57)【要約】

【目的】 パターン間の位置合わせの不用な露光と投影マスクパターンの変更の容易な露光を目的とする。

【構成】 光源から発生される光の偏光を制御する偏光フィルタと投影マスクから透過した偏光成分を選択する偏光フィルタおよび異なる旋光特性を有したパターンを内在した投影マスクから構成される。

【効果】 一枚のマスク内に複数のパターンを内在し、これらのパターン間の正確な位置決めが確実にでき、また投影マスクのパターン形成も容易にできる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】光源および投影マスクおよび投影レンズからなり投影マスク上のパターンをウェーハ上に露光する露光装置において、光源と投影マスクの間に光源から発せられる光の偏光方向を制御する偏光フィルタと投影マスクとウェーハの間に投影マスクからの透過光の偏光方向を制御する偏光フィルタを設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】上記投影マスクが少なくとも二つ以上の相異なる旋光特性を有する旋光性材料で構成されていることを特徴とする特許請求項第 1 項記載の露光装置。

【請求項 3】上記投影マスクが強誘電体結晶で構成されていることを特徴とする特許請求項第 1 項記載の露光装置。

【請求項 4】上記二つの偏光フィルタが投影マスクに対しそれぞれ水平方向に回転する機構を設けたことを特徴とする特許請求項第 1 項記載の露光装置。

【請求項 5】上記二つの偏光フィルタの間に光の進行方向に対して垂直方向に磁場を発生するコイルを設けたことを特徴とする特許請求項第 1 項記載の露光装置。

【請求項 6】光源および投影マスクおよび投影レンズを用い投影マスク上のパターンをウェーハ上に露光する露光方法において、光源と投影マスクの間に設けた偏光フィルタにより光源から発せられる光の偏光方向を一定の方向に制御しまた投影マスクとウェーハの間に設けた偏光フィルタにより投影マスクからの透過光の偏光方向を制御することにより投影マスク内のパターンをウェーハ上に投影することを特徴とする露光方法。

【請求項 7】上記において少なくとも二つ以上の相異なる旋光特性を有する旋光性材料で構成された投影マスクを用い上記のうちの所望の旋光領域を上記偏光フィルタの回転もしくは上記偏光フィルタの間に設けたコイルから発生する磁場の強さにより選択してウェーハ上に露光することを特徴とする特許請求項第 6 項記載の露光方法。

【請求項 8】上記において同じウェーハに対して相異なる旋光特性を有するパターン種を上記偏光フィルタの回転もしくは上記偏光フィルタの間に設けたコイルから発生する磁場の強さにより選択しながらウェーハ上に複数回に分けて露光することを特徴とする特許請求項第 7 項記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光学式の露光装置ならびにその方法に関する。特に、半導体素子の製造等に用いる光学式の露光装置ならびにその方法に係わる。

【0002】

【従来の技術】従来の露光装置は光源と遮光パターンあるいは半透明膜パターンを内在した投影マスクおよび光学レンズから構成される。また従来の露光方法は文献(T

erasawa et al, Proc. of 1991 Intern. MicroProcess Conference pp.3-9) のように投影マスク上に形成された遮光パターンあるいは半透明膜パターンを上記光源およびレンズを用いてウェーハ上に投影する方法であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術における露光装置は、投影マスクの遮光パターンをウェーハ上に投影することで露光を行っていた。この投影マスクの遮光パターンは、透過ガラスの上に形成したクロム等の金属膜あるいは酸化膜等の薄膜による半透明膜を加工して得られたものである。この様な形態の露光装置あるいは露光方法では、一枚のマスクに含まれた遮光パターンあるいは位相シフトパターン情報の全てが一回の露光でウェーハに投影される。従って、一枚のマスクには一つのパターン層情報しか含まれない。このため、投影マスクと各パターン層ごとにマスクを一对一で用意しなければならない。この際、一つのデバイスを作製するにあたり各パターン層に対応した複数のマスクを用いる場合には、それぞれマスクのパターンの重ねあわせを正確に行うためにマスクの位置合わせが必要となる。半導体集積回路素子等の微細なパターンの露光では、高精度の位置合わせが必要となる。従来はこの位置合わせのためにマスクとウェーハ上にそれぞれ合わせマークを設けてこれらのマーク間の位置合わせを露光前に調整していたが、その調整は困難で現状の最高精度は 0.1 μm 程度ある。また、従来技術では一度作製した投影マスク内のパターン変更はできないので、上記金属膜等の加工をしないとならなければならない等の問題があった。

【0004】本発明の目的は、一枚のマスクで複数種のパターン種を同一ウェーハ上に位置精度良く形成できる露光装置及び露光方法を提供することにある。また、マスク内に用意されるパターン形状の変更の容易な露光装置および露光方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、光源から照射される光の偏光を偏光フィルタ（偏光子、検光子）の回転あるいは磁気旋光効果（ファラデー効果）により制御し、また旋光性材料により投影マスクを構成することにより解決される。パターン変更の容易性はマスク材料として強誘電体材料を用いることで解決される。

【0006】

【作用】本発明では、2つの偏光フィルタを用意し、ある特定の偏光方向を持った光だけを透過するよう制御する。光源から発生する光は通常円偏光を有している。最初の偏光フィルタ（偏光子）を通過すると直線偏光の光となる。この光を投影マスクに照射する。投影マスクは少なくとも二つ以上の旋光特性の異なる領域を設けてある。水晶や強誘電体等の旋光性のある材料では、線偏光の光が透過するとき光はその材料内で偏光が回転して出てくる。その偏光角は、材料の種類及びその厚さによ

て異なる。従って、旋光特性の異なる領域を上記線偏光の光が透過するとこれらの領域間では線偏光の回転方向や回転角が異なったものとなる。すなわち、投影マスクを透過した光は、パターン領域ごとに異なる偏光角となっている。次に偏光フィルタ（検光子）によりこれらの透過光の内所望のパターンに対応した領域の偏光に回転を合わせる。偏光フィルタは、特定の偏光成分のみを透過させるものである。このため、線偏光がこのフィルタを透過するためにはこのフィルタと同じ旋光性の偏光でなければならない。検光子の回転により、旋光角の一致した領域のみが透過しそれ以外の領域はこの検光子に吸収されてしまう。この結果、検光子で選択された偏光成分を有した領域パターンのみ光が透過しその他のパターン領域の光は遮られてしまう。同様に、投影パターンの選択は、偏光フィルタの回転の他に磁場による偏光回転（ファラデー効果）を応用しても良い。この場合、偏光の回転角は、磁場に比例するので、所望のパターンに対応した領域が透過するように、磁場の強さを調節すれば良い。また、本発明において、当然従来の遮光型パターンを同一マスクに併用しても良い。この場合、遮光パターン領域は偏光に係わらず遮光領域となる。

【0007】本発明の投影マスクとしては従来の透過マスク上に旋光性材料をパターンニングするものを使うか、あるいはマスク材として強誘電体結晶を用いると旋光特性の異なる双晶構造を容易に形成できる。強誘電体は一般に旋光性を持つ材料である。特に、室温で双晶構造をとるものは、各双晶領域で旋光角がお互いに反対方向になるために上記投影マスク構成材料として優れている。また、強誘電体結晶を用いる場合のパターン形成すなわち双晶領域形成については直接電子ビームの照射により実現することができる。これはある双晶構造の片方の結晶構造になっている領域に電子ビームを照射するともう片方の双晶構造に変化する現象を利用したものである。この方法により複雑なエッチング等のプロセスを用いずにパターン変更時の再加工が容易にできる。

【0008】

【実施例】以下、本発明の露光装置及び露光方法の実施例について述べる。

【0009】【実施例1】まず本装置の実施例を図1、3を用いて説明する。光源である水銀ランプ1より発せられた紫外光2はレンズ3により平行光もしくは縮小レンズ9の入射瞳への集光光となる。この光は円偏光光線である。次に偏光フィルタ4によりフィルタ面に所定方向の偏光のみを透過させる。この光をマスク6上に照射する。マスク内には入射光に対して偏光角が0度回転する領域（Aパターン）14と左に5度回転する領域（Bパターン）15が含まれている。従って、このマスクを透過した光は入射光に対してそれぞれ0度回転したAパターン14と左に5度回転したBパターン15の2つの偏光成分から構成される。これらの光を偏光フィルタ7

に照射する。まず偏光フィルタ回転機構8により上部に設けた偏光フィルタと同じ角度に設定する。すると透過光としてはAパターンの光のみとなり、ウェーハ10上にはレンズ9により縮小されたAパターン14が投影される。次に、回転機構8により偏光フィルタ7の角度を左に5度回転させる。すると今度はBパターン15のみが透過してウェーハ上にはレンズ9により縮小されたBパターン15が投影される。なお、パターン選択は、偏光フィルタ回転機構5によって行っても良い。

【0010】【実施例2】ここでは、本発明をイオン打ち込み用パターン形成に応用した例について図4を用いて述べる。上記Aパターンとして図3の高濃度打ち込み用パターン14、Bパターンとして低濃度打ち込み用パターン15を一枚のマスク13上に用意する。まず、シリコン基板にポジ型高分子レジスト17を1 μ m塗布する。この基板に対し、偏光フィルタ回転機構8により上部に設けた偏光フィルタと同じ角度に設定する。すると透過光としてはAパターン14の光のみとなり、ウェーハ上にはレンズ9により縮小されたAパターン14が図4(a)の透過光16ように投影される。次に、回転機構8により偏光フィルタ7の角度を左に5度回転させる。すると今度はBパターン15のみが透過してウェーハ上にはレンズ9により縮小されたBパターン15が図4(b)の透過光16ように投影される。この際2つの露光時間を調節して2回目の露光時間を1回目の露光時間の所定量だけに減少させる。この基板を現像すると、Aパターンに対応する領域のレジスト膜厚が0になったとき、Bパターンの領域のレジスト膜厚は例えば0.5 μ mとなる。次に図4(c)に示すようにイオン打ち込みする。加速電圧は50kVである。すると、レジスト膜厚1 μ mの領域では、ホウ素イオン19がレジスト膜中17で阻止されてしまうためにウェーハ18には到達できない。Bパターン領域ではレジスト膜厚が0.5 μ mあるのでレジストを通過したホウ素イオン19がウェーハに打ち込まれる。この領域21の打ち込み深さは50nmで打ち込み濃度は 5×10^{18} 個/ m^3 である。これに対し、Aパターン領域ではレジスト膜厚が0であるためにこの領域20の打ち込み深さ150nmで打ち込み濃度は 5×10^{24} 個/ m^3 であった。図4(d)のAパターン20とBパターン21の位置合わせは上記露光法により同一マスクを動かさずに用いているので中心位置の位置合わせ誤差が生じない特徴がある。この工程では、さらにBパターン16の露光時間をAパターンの露光とは独立に調節できるのでレジスト膜厚を任意に制御して打ち込み濃度を所望の値に制御できる特徴がある。

【0011】【実施例3】ここでは、同様の露光法を用いて微細ゲート電極の形成法の実施例について図2、5を用いて述べる。上記Aパターンとして図3のゲート上面用パターン14、Bパターンとしてゲート底面用パターン15を一枚のマスク13上に用意する。石英をマス

ク材とする。まず、シリコン基板にポジ型高分子レジスト17を1 μ m塗布する。この基板に対し、図2の磁気コイル23に電流を0として旋光角を0にする。すると透過光としてはAパターン14の光のみとなり、ウェーハ上にはレンズ9により縮小されたAパターン14が透過光16のように投影される(図5(a))。次に、磁気コイル23に電流を流し光路に垂直な磁場24を発生させ偏光を左に5度回転させる。石英中の旋光を5度回転させるためには3kOeの磁場を印加する。すると今度はBパターン15のみが透過してウェーハ上にはレンズ9により縮小されたBパターン15が透過光16のように投影される(図5(b))。この際2つの露光時間を調節して2回目の露光時間を1回目の露光時間より所定の時間だけ長くする。この基板を現像すると、Bパターンに対応する領域のレジスト膜厚が0になったとき、Aパターンの領域のレジスト膜厚は例えば0.5 μ mとなる(図5(c))。解像したBパターンのレジスト幅の寸法は0.1 μ mであった。次にこのウェーハにタングステン蒸着法により堆積させる。タングステン最大膜厚が0.8 μ mとなるように処理すると、ウェーハ面に接触するBパターンでは膜厚0.8 μ mのタングステンが堆積し、Aパターン領域での膜厚は0.3 μ mとなった(図5(d))。従来は2回の露光で2枚のマスクを用いて加工を行っていたために、A、Bパターンの位置合わせ精度は最高でも0.1 μ mで場合によっては、A、Bパターンの位置が重ならないなど不良があった。これに対し本例でもマスク切り替え時の移動がないために位置合わせ誤差はいつでも0であった。このプロセスによってゲート長の微細なかつ上面電極との接触抵抗の少ない良好なゲート加工が可能となった。

【0012】[実施例4]ここでは、本発明に用いる投影マスクの構造と作製方法について述べる。

【0013】本発明の投影マスク用の旋光性材料としては、水晶や強誘電体や旋光性溶液、液晶等がある。ここではこれらのうち最も実用的な水晶と強誘電体材料について説明する。マスク材料を透過したときの旋光角は材料の特性と厚さに依存している。まず、水晶をマスク材料にしてみる。波長546nmに対して、1mmの水晶中を透過すると旋光角は25.54度回転する。そこでまず、5mm厚の水晶板を用意する。次に、旋光角が0度になるように、CF₄ガスによるドライエッチングを用いてAパターンをエッチングする。次に5度の旋光角となるように、Bパターンを同様にエッチングすることで図3の投影マスク13が得られる。この様に、マスク材の厚さを変えれば2種以上のパターンを内在させることが可能である。

【0014】次に、強誘電体マスクについて図6を用いて説明する。ここでは、マスク材33、34としてはLiNbO₄の単結晶を用いる。LiNbO₄単結晶は、1210℃に構造相転移温度を持つ強誘電体である。室温

では三方晶系の双晶構造をとり、お互いの旋光角は右旋回と左旋回の逆方向となるので、容易にフィルタによるパターン選択ができる。従って、マスク厚さには依存せずにパターン形成ができる。パターン形成はまず、透過マスク基板32上にLiNbO₄単結晶33をのせる。結晶全体を1210℃に上げて、結晶全体をチタン鉄鉱形構造にする。この工程はマスクの消去に相当する。その後、室温に下げると全体が双晶の片方の構造になる。そこでウェーハ底面を接地して電子ビームを照射するとその領域はもう片方の双晶構造に転移する。このプロセスにより投影マスクパターン33、34の作製ができた。また、マスクパターンの消去法としては、上記の温度上昇法の他に、マスク板の一定方向に電場を加えることにより強誘電体の性質を利用して全てを同じ構造体に行うことができる。

【0015】この他、マスク材としてはLaNbO₄の単結晶を用いても良い。LaNbO₄単結晶は、500℃に構造相転移温度を持つ強誘電体でありかつ強弾性体である。室温では単斜晶系の双晶構造をとり、互いの旋光角は10度異なっている。従って、上記と同様にマスク厚さには依存せずにパターン形成ができる。パターン形成はまず、結晶全体を500℃に上げて、結晶全体を正方晶系にする。この工程はマスクの消去に相当する。その後、室温に下げると全体が双晶の片方の構造になる。そこで局所的に力を加えるか、電子ビームを照射するとその領域はもう片方の双晶構造に転移する。この時両双晶構造間の遷移領域は1.5nm程度であるので、電子ビーム径(10nm)と同じ線幅のパターンができた。従って、ナノメータ加工に充分対応できるマスクが実現できた。このマスクを用いて露光する際に、パターン選択を行うには、図1の偏光フィルタ7を10度回転させるかあるいは図2の磁場発生コイル23により旋光を10度回転させて行う。また、マスクの消去法としては、上記の温度上昇法の他に、マスク板の一边方向に力を加えることにより強弾性体の性質を利用して全てを同じ構造体に行うことができる。LaNbO₄単結晶では、5kg/cm²の力を加えることでマスクパターン消去ができた。

【0016】[実施例5]ここでは、本発明を複合プロセス装置に組み込んだ例について図7を用いて述べる。装置としては、本発明の露光装置がプロセス処理室26内あるいは直上に配置される。このプロセス処理室26では、高温処理用ヒータ29とガス導入部31、イオン照射部25、真空排気部30及び高周波発生装置からなる。光源としてはArFエキシマレーザ35を用いて露光を行う。まず、ウェーハ10あるいはチップを処理室に装着し、ガス導入部31より酸素、水蒸気ガスを導入後、高温処理用ヒータ29を用いて処理室温度を上昇させ、ウェーハ表面に熱酸化膜を1 μ m形成する。次に、偏光フィルタ4あるいは7を5度回転させ、投影露光マ

スク中の活性層形成用パターンを選択する。そして、処理室にガス導入部 31 より CCl_2F_2 ガスを導入する。すると、上記活性層形成用パターン部のみにエキシマレーザ 2 が照射され、酸化膜がエッチングされる。このエッチングは酸化膜が完全に無くなるまで行う。次に、真空排気部 30 より処理室を真空中に排気しイオン照射部 25 からホウ素イオンをウェーハ全面に照射する。すると、酸化膜がある領域はホウ素イオンが酸化膜中で阻止されてしまうために、上記パターン形成部のみがイオン打ち込みされる。次に、処理室にガス導入部 31 より CF_4 ガスを導入し上部電極 28 とウェーハ 10 間に高周波 27 を発生させ、酸化膜を全部除去する。その後、偏光フィルタを 10 度回転させ、投影露光マスク 6 中の電極形成用パターンを選択する。そして、処理室にガス導入部 31 より SiH_4 ガス、 NF_3 ガス、酸素ガス等を導入する。すると、上記電極形成用パターン部のみにエキシマレーザ 2 が照射され、多結晶シリコンが堆積される。この様にして、半導体デバイスが同一処理室で作製される。この場合も、2 回の露光時のパターン位置合わせ誤差は 0 度かつレジストを用いない加工が可能である。

【0017】

【発明の効果】本発明は、一枚の投影マスク内に複数のパターンが含まれているために層間位置決め用の露光が可能となる。また本方法は、エキシマレーザ等のレジスト不用の直接エッチングやデポジションへの適用ができるので、複合プロセス装置への応用ができる。この他、本発明に用いる投影マスクはパターン作製、消去および再生が容易であるので安価で効率的なプロセスが可能である。本実施例では、旋光性物質として固体結晶材料を用いたが、旋光性液体を透過マスク基板上あるいはマスク基板中に置いても同様の効果が得られる。また、本発明の方法では、旋光角を多数設定することで設定し

た分のパターン種を投影マスク内に内在させることが可能で、パターン間で共通する領域では、従来の遮光パターンを併用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例に係る露光装置の構成を示す図（その 1）。

【図 2】本発明の一実施例に係る露光装置の構成を示す図（その 2）。

【図 3】本発明の一実施例に係る投影マスクの構成を示す図。

【図 4】本発明の一実施例に係るイオン打ち込みプロセスを示す図。

【図 5】本発明の一実施例に係る電極形成プロセスを示す図。

【図 6】本発明の一実施例に係る強誘電体投影マスクを示す図。

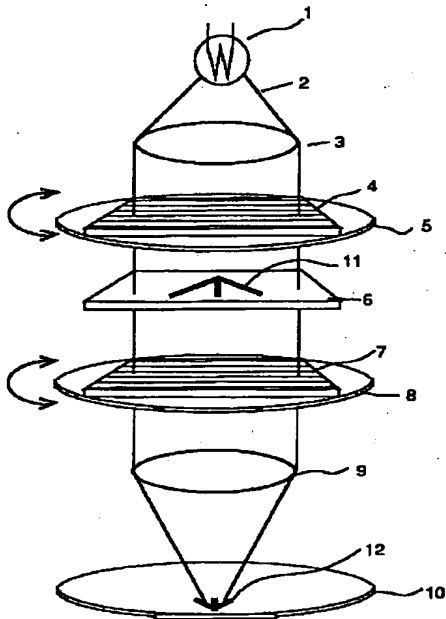
【図 7】本発明の一実施例に係る複合プロセス装置を示す図。

【符号の説明】

1…光源、2…光、3…レンズ、4…偏光フィルタ、5…回転台、6…投影マスク、7…偏光フィルタ、8…回転台、9…縮小レンズ、10…ウェーハ、11…マスクパターン、12…投影パターン、13…マスク基板、14…パターン A、15…パターン B、16…透過光、17…レジスト、18…ウェーハ、19…ホウ素イオン、20、21…イオン打ち込み領域、22…タングステン電極、23…磁場発生コイル、24…磁場、25…イオン発生源、26…プロセス処理室、27…高周波発生電源、28…上部電極、29…ヒータ、30…排気部、31…ガス導入部、32…マスク基板、33…強誘電体パターン A、34…強誘電体パターン B、35…エキシマレーザ。

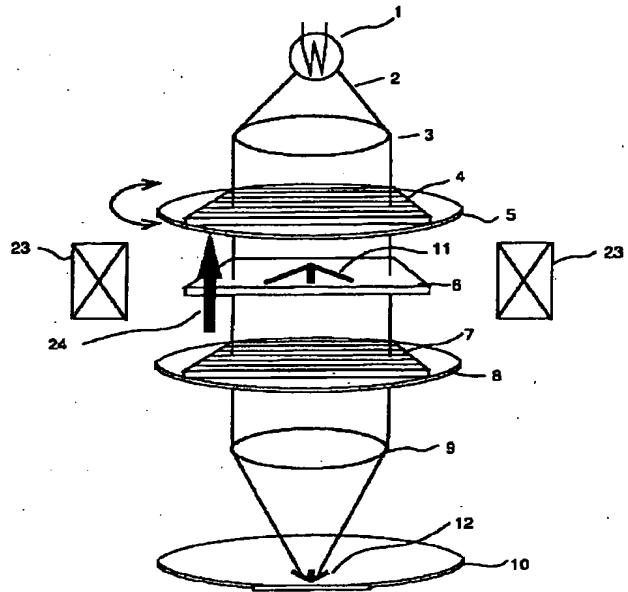
【図1】

図 1



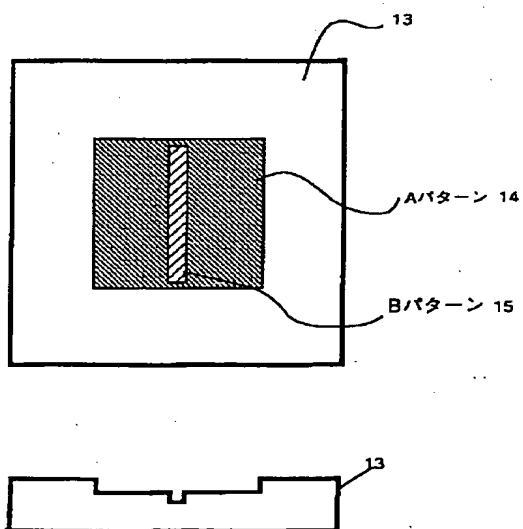
【図2】

図 2



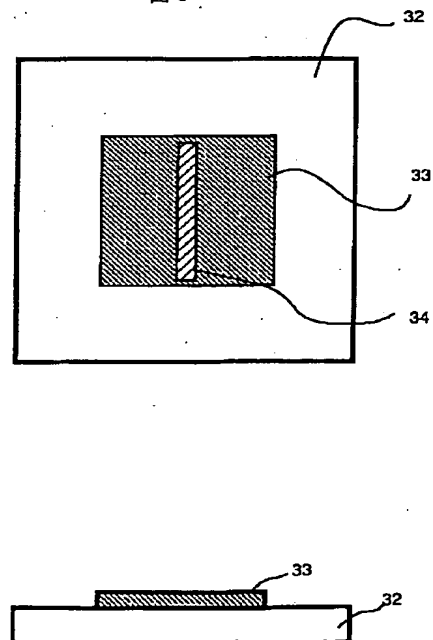
【図3】

図 3

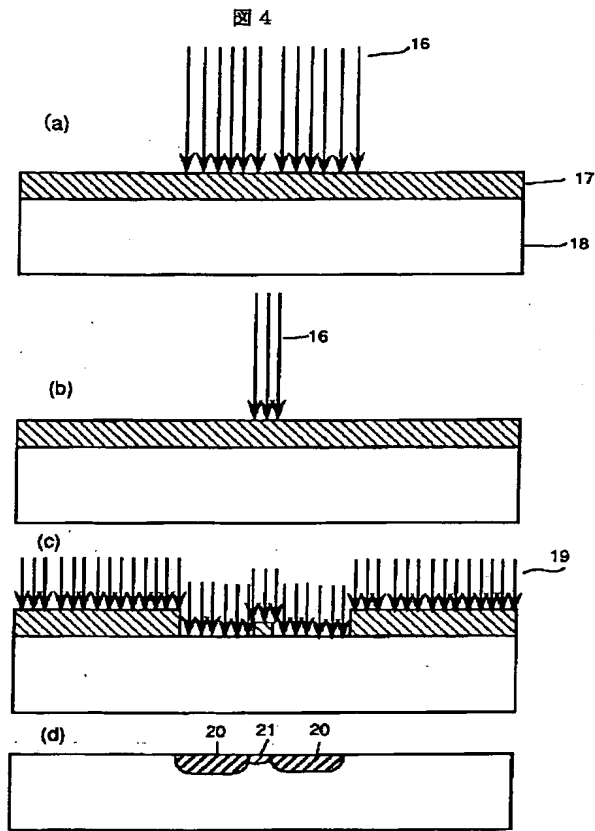


【図6】

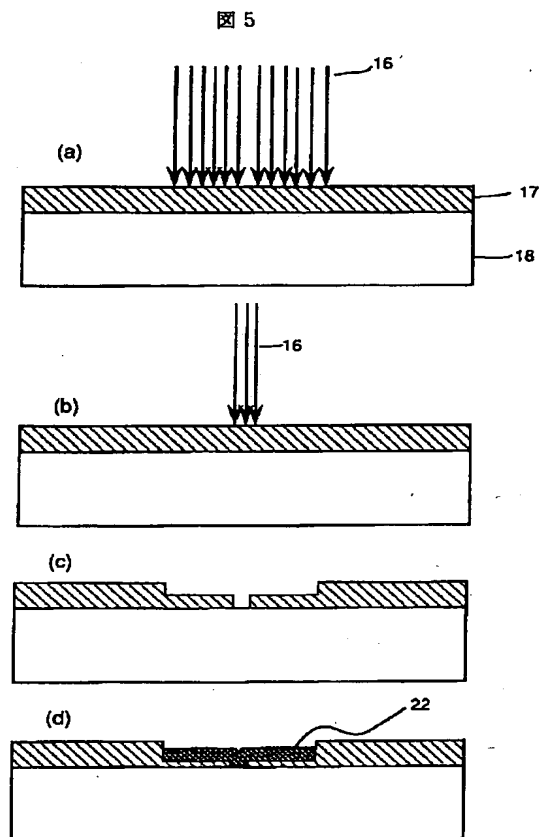
図 6



【図 4】



【図 5】



【図7】

図7

